

УДК 681.784

А.О. Большаков, студент гр. ПБ-72мп
КПІ ім. Ігоря Сікорського

МЕТОД ДІАГНОСТИКИ СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

Анотація. У роботі розглянуті методи та способи діагностики стану серцево-судинної системи на основі методу плетизмографії. Розглянуто переваги та недоліки застосування різних методів виміру показників та розроблено електричну схему пристрою для проведення фотоплетизмографії.

Ключові слова: кров, пульс, плетизмографія, серцево-судинна система, пульсова хвиля, еластичність (пружність) судин.

ВСТУП

Актуальною проблемою сучасних медичних досліджень є визначення параметрів, які ідентифікують стан серцево – судинної системи організму [1]. Подібні дослідження можливі лише за створення нових засобів медичної техніки.

Лівий шлуночок при викиданні порції крові в аорту в процесі свого скорочення створює невелику за протяжністю область підвищеного тиску. Поширення цієї області по артеріях називають пульсовою хвилею. Хвиля, поширюючись, призводить до їх короткочасного розширення. А пружні властивості судин і періодичне розслаблення серцевого м'яза дають можливість поширюватися пульсовій хвилі кровоносною системою людини і рухати кров від серця до найвіддаленіших частин тіла людини. Параметри пульсової хвилі дають можливість оцінити показники серцево – судинної системи організму: артеріальний тиск, еластичність (пружність) судин, товщину стінок судин, діаметр судин, загальний тонус судин і т.д [2]. Це, в свою чергу, може дати достатньо інформації для оцінки стану серцево – судинної системи в цілому, а також і її окремих ділянок, що здійснюють кровопостачання окремих органів людини. Тому методам дослідження і аналізу пульсових хвиль вчені приділяють багато уваги.

КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ

З розвитком науки, техніки і технологій з'являються нові і вдосконалюються більш ранні методи досліджень. Методи отримання та реєстрації під час досліджень пульсових хвиль розділяють на дві групи: прямі та непрямі. До того ж прямі і не прямі методи дослідження пульсової хвилі, при яких вимірюються зміни об'єму ділянки тіла пацієнта, називають плетизмографією. Плетизмографію поділяють на: фотоплетизмографію, механічну плетизмографію та електроплетизмографію. При прямих дослідженнях пульсова хвиля безпосередньо впливає на сенсор приладу для реєстрації параметрів пульсової хвилі. Тому датчик (сенсор) приладу повинен знаходитися безпосередньо в середовищі, де поширюється пульсова хвиля, тобто в крові пацієнта. Таке можливе з застосуванням катетерів і відповідно в великих кровоносних судинах. Такий тип досліджень дає дуже точну інформацію про параметри пульсової хвилі, але має труднощі з процедурою розміщення чутливого сенсора в судинах і не дає змоги отримати інформацію про пульсову хвилю в периферійних ділянках серцево – судинної системи, де

діаметри кровоносних судин є малими. На відміну від прямих методів, непрямі методи знімання інформації та реєстрації параметрів пульсової хвилі використовують реєстрацію інших фізичних явищ, що супроводжують поширення по кровоносній системі пульсової хвилі. До непрямих методи вимірювань відносять: механічний, ємнісний, електроіндукційний, п'єзоелектричний, оптоелектронний, ультразвуковий, імпедансний [3].

Всі перелічені вище непрямі методи реєстрації пульсової хвилі мають свої як переваги, так і недоліки. Недоліки методів полягають в наявності електричних контактів з пацієнтом, неможливість довготривалого зняття показників без впливу на процеси, що протікають в досліджуваних тканинах, відсутність одночасної обробки результатів досліджень за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, складності фіксування датчиків, громіздкістю обладнання. Тому вдосконалення цих методів є постійним процесом. Проаналізувавши і порівнявши непрямі методи дослідження пульсових хвилі, було виявлено, що оптоелектронний метод непрямого знімання та реєстрації пульсової хвилі, тобто фотоплетизмографія, має перспективність свого застосування. Перевагами цього методу є: простота використання, зручність для пацієнта, відсутність побічних ефектів, неінвазивність, достатньо висока точність, електростійкість до перешкод, висока чутливість до мінімальних змін насичення тканин досліджуваного органу кров'ю, механічна стійкість до перешкод. Фотоплетизмографія реєструє зміни об'єму кровонаповнення частини тіла за допомогою реєстрації інтенсивності електромагнітного випромінювання. Всі дослідження методом фотоплетизмографії відбуваються за допомогою реєстрації інтенсивності випромінювання в діапазоні від інфрачервоного (1 мкм) до видимого світла (0,4 мкм) після взаємодії такого випромінювання з тканинами організму пацієнта. Об'єктами досліджень при фотоплетизмографії є шкіра та слизові оболонки [4].

РОЗРОБКА ДІАГНОСТИЧНОГО ПРИСТРОЮ

В лабораторних умовах було створено схему реєстрації пульсової хвилі на основі мікроконтролера, яка використовує оптичний датчик для вимірювання зміни об'єму крові на кінчику пальця з кожним серцебиттям. Датчик складається з інфрачервоного світлодіода та фотодіода, розміщеного поруч. Випромінювальний діод передає інфрачервоне світло в кінчик пальця, а фотодіод поглинає світло що відбилося назад [5]. Інтенсивність відбитого світла залежить від об'єму крові всередині пальця. Таким чином, кожне серцебиття частково змінює кількість відбитого інфрачервоного світла, яке детектується фотодіодом [6]. При коректному формуванні сигналу ця невелика зміна амплітуди відбитого світла може бути перетворена в імпульс. Потім імпульси можна поррахувати мікроконтролером для визначення частоти серцевих скорочень. Фотоплетизмограф, який зображений на рисунку 1, складається з таких основних блоків:

1. Блок живлення. Забезпечує роботу пристрою в цілому, надаючи електроенергію. Блок складається з трансформатора, випрямних діодів,

стабілізаторів напруги, а також каскаду який забезпечуватиме подачу стабільного струму для оптичної частини пристрою.

2. Джерело випромінювання електромагнітної хвилі відповідної довжини хвилі. Необхідне для генерації безперервного світлового потоку на обмежену ділянку тіла людини.

3. Фотоелектричний приймач електромагнітної хвилі відповідної довжини хвилі з перетворювачем. Сприймає світловий потік від джерела випромінювання, яке було видозмінене в результаті проходження чи відбивання від біологічного об'єкту.

4. Підсилювач сигналу від перетворювача фотоелектричного приймача. Блок складається з аналогового RC фільтру для фільтрації небажаних артефактів і виділення корисного сигналу та підсилювача, який забезпечує поступове підсилення слабкого сигналу, що надходить від блоку фотодатчика та забезпечує достатню потужність сигналу на виході для блимання червоного світлодіода на виході, який буде світитися в такт з серцебиттям. Для блокування постійної компоненти сигналу необхідно встановити полярний конденсатор на вході підсилювача.

5. Система реєстрації, обробки та зберігання сигналу від підсилювача. Включає мікропроцесор Atmega8 для збору, аналізу інформації, а також дисплею, світлодіодною та звуковою індикацією поточної інформації отриманих даних про кровонаповненість ділянки тіла людини. Додатково до схеми можна під'єднати осцилограф для оцифрування аналогового сигналу та подальшій обробці за допомогою програмного забезпечення на персональному комп'ютері.

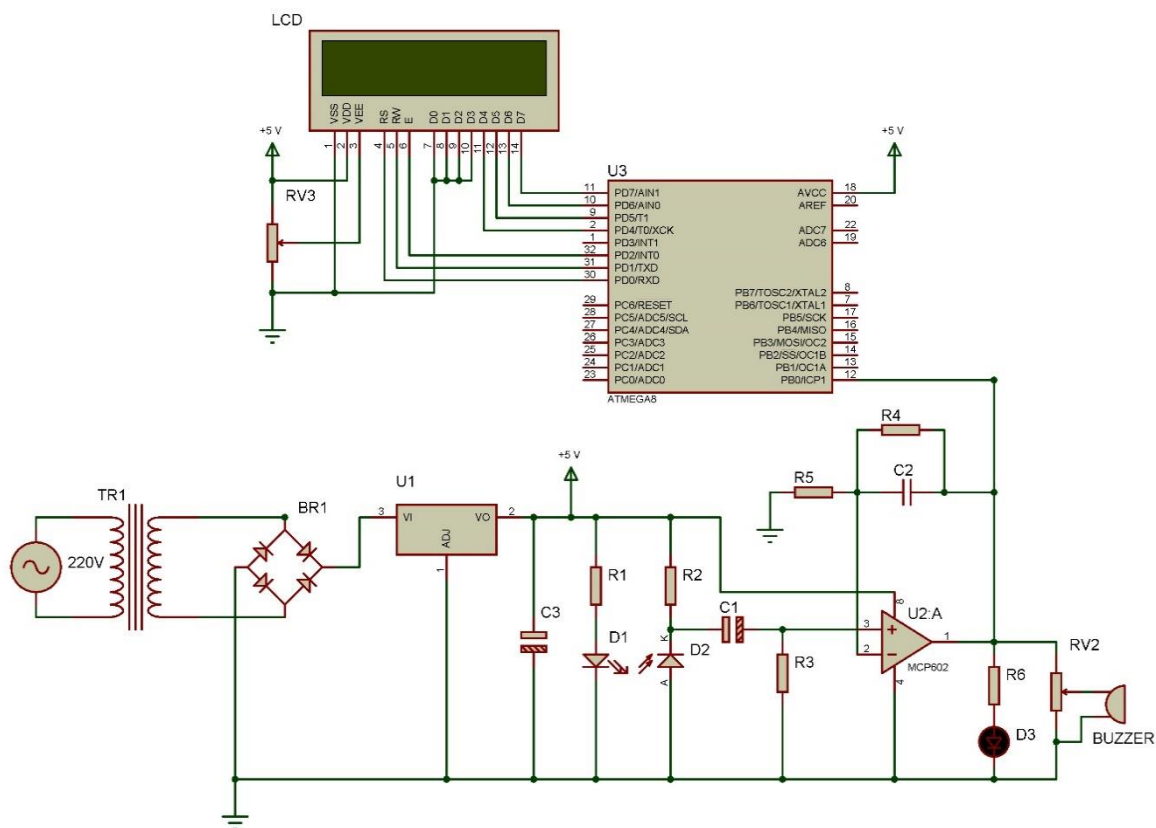


Рисунок 1. Електрична схема пристрою.

Пристрій для діагностики стану серцево-судинної системи, розроблений на базі мікропроцесора Atmega8, може бути використаний для обрахунку кількості серцевих скорочень за хвилину, можливість обрахунку періоду між певними фазами роботи серця, визначення відхилень, пов'язаних із захворюваннями судинної системи людини, аперіодичності роботи шлуночків серця, закупорюванням деякої ділянки кровоносної системи холестеринном та інше.

ВИСНОВКИ

У ході роботи було розглянуто методи реєстрації змін кровонасичення тканин організму пацієнта в домашніх та амбулаторних умовах. Розглянуто переваги та недоліки методик аналізу. Обґрунтовано простоту, зручність, надійність і перспективність методу фотоплетизмографії. Проведено розробку діагностичного пристрою для реєстрації змін кровонасичення тканин. Описано схему побудови приладу на основі методу фотоплетизмографії. Розглянуто основні блоки схеми, їх функціональне призначення та взаємодію між собою. Створено електричну схему пристрою та показано особливості його побудови. Подальші напрямки наукового дослідження полягають у створенні засад для створення схемотехнічних рішень інтегрованого приладу з розширеними функціональними можливостями, також автоматизації зняття показників, постановки діагнозу, визначення методів і способів лікування пацієнта.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Яковенко И.А., Клочко Т.Р., Леус Е.А. Автоматизация обработки ЭКГ для повышения достоверности диагноза // Вісник НТУУ "КПІ". Серія приладобудування. – 2010. – Вип. 39. – С. 156-163.
2. Каро К., Педли Т., Шротер Р., Сид У. Механика кровообращения: Пер. с англ./Под ред. С.А. Регирера и В.М. Хаютина. – М.: Мир, 1981.– 624 с.
3. Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы: Справочник / Под ред. Т.С. Виноградовой. М.: Медицина, 1986. - 230 с.
4. Біомедичні оптико-електронні інформаційні системи і апарати. Ч. 1 - Неінвазивні методи діагностики серцево-судинної системи: Навч. посібник / Павлов С., Кожем'яко В., Петрук В. та ін. - Вінниця: ВДТУ, 2003. - 115 с.
5. Павлов С. В. Фотоплетизмографічні технології контролю серцево-судинної системи : монографія / С. В. Павлов, В. П. Кожем'яко, В. Г. Петрук, П. Ф. Колісник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2007. – 254 с.
6. Павлов С.В. Фізичні основи біомедичної оптики / С.В. Павлов, В.П. Кожем'яко, П.Ф. Колісник та ін. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 152 с.

Науковий керівник: кандидат технічних наук Клочко Т.Р.